



# 深海潜水器导航技术专利分析<sup>☆</sup>

张娴<sup>1,2\*</sup> 朱月仙<sup>1</sup> 许海云<sup>1</sup> 高利丹<sup>1</sup> 梁田<sup>1</sup> 付鑫金<sup>1,2</sup> 方曙<sup>1</sup>

1中国科学院成都文献情报中心 成都 610041

2中国科学院大学 北京 100190

\*通讯作者E-mail: zhangx@clas.ac.cn

**[摘要]** 结合定量分析、定性调研与专家咨询,呈现深海潜水器导航技术领域当前的专利发展态势及活动特点。从总体趋势、地域分布、专利法律状态、重要竞争者、技术构成与发展动向等多视角揭示了该领域当前专利活动特征。对比了中国与全球专利申请活动的差异,为中国相关机构的专利布局对策提供了参考建议。

**[关键词]** 潜水器 深潜器 水下机器人 水下航行器 水下导航专利

## 1 引言

水下导航系统是潜水器设计中的关键技术之一,在潜水器的整个体系结构中占有举足轻重的地位。此系统可以为潜水器在复杂的海洋环境执行作业任务提供必需的位置、姿态等导航定位信息。这些信息不仅关系到作业任务的成功与否,甚至影响安全与生存。现有的水下导航技术,例如水下声学导航(包括长基线、短基线、超短基线及多普勒测速声纳导航等),惯性导航,利用声波影像、光学等的视觉导航方法,都可直接应用在潜水器上<sup>[1]</sup>,但这些技术各有优缺点。目前潜水器水下导航最常用、最有效的方法是航位推算法、声学方法、惯性导航及其组合方式<sup>[2]</sup>。国外有许多公司很早就进行相关研发,研制出了一系列产品,已形成专业化、产业化。如法国的IXSEA公司<sup>[3]</sup>、对声学定位系统研究较早的挪威Kongsberg Simrad公司、法国OCEANO Technologies公

司以及许多发达国家的海军及海洋研究所都有相关产品问世<sup>[4]</sup>。澳大利亚悉尼大学与澳大利亚国立大学信息科学与工程研究院(Research School of Information Sciences and Engineering, RSISE)在水下机器人“Kambara”上研发了一套光视觉系统<sup>[5]</sup>用于导航控制;中国科学院沈阳自动化研究所与俄罗斯联合研制了6 000米水下自动航行器(AUVs)“CR-02”;哈尔滨工程大学水下智能机器人技术国防科技重点实验室进行的基于船位推算导航方法的研究<sup>[6]</sup>也产生了较大的进展。

本文针对深海潜水器的水下导航系统技术,结合定量分析、定性调研与专家咨询,力求呈现当前的专利发展态势及活动特点;从总体趋势、地域分布、专利法律状态、技术流向、重要竞争者、技术构成与发展动向等,多视角揭示该领域当前专利活动特征;特别对比了中国与全球专利申请活动的差异,为我国相关机构的专利布局对策提供了参考建议。

<sup>☆</sup> 本文获中国科学院知识产权专项工作“中国科学院知识产权信息服务”项目资助(项目编号:KFJ-EW-ST-032)。

2 数据来源与分析工具

数据来源：美国汤森路透科技(Thomson Reuters Scientific)信息集团Thomson Innovation数据库和ISI Web of Knowledge数据库知识平台中的德温特创新索引(DII)数据库(检索日截至2012年9月)、国家知识产权局的中国专利数据库(检索日截至2012年9月)。

分析工具：汤森路透科技信息集团的数据分析工具TDA(Thomson Data Analyzer)、TI(Thomson Innovation)分析平台，Dialog公司的Innography专利检索与分析平台，中国科学院专利在线分析系统2.0。

3 结果及讨论

3.1 专利申请活动时间趋势

截至检索日，深海潜水器的导航技术相关专利申请共计788项。图1为导航技术1980年以来的全球专利申请时间趋势。与深海潜水器发展趋势相似，导航技术专利申请量在本世纪初快速增长，除2006年小幅下降外，年度申请量均逐年递增。根据各时期专利活动主要特点，深海潜水器导航技术与系统专利技术经历的主要发展阶段总结如表1。

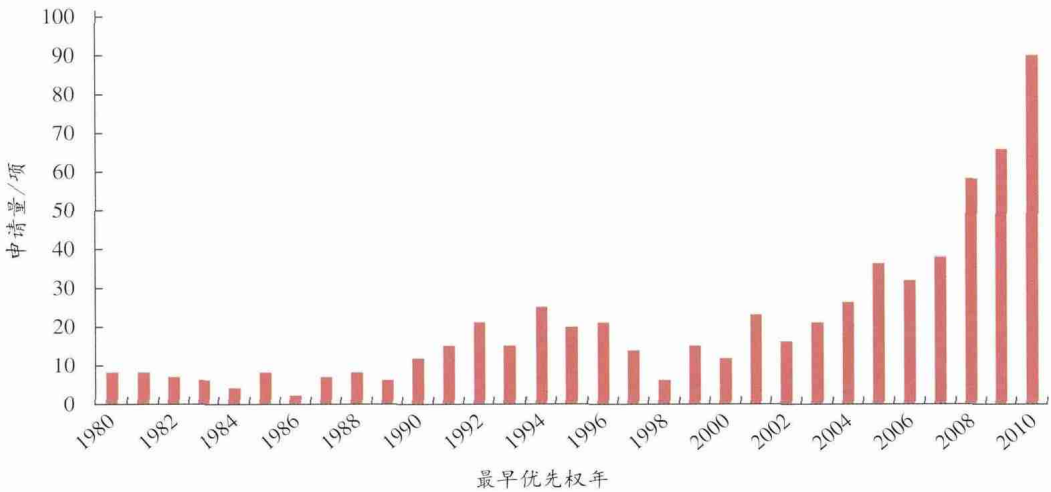


图1 1980—2010年深海潜水器导航技术与系统年度专利申请量

表1 深海潜水器导航技术与系统发展阶段表

年代	发展阶段	代表性技术	重要申请人	代表性专利
20世纪20—60年代	萌芽期	船位推算导航 水下声学导航	RCA Corporation HagemannJulius 美国海军部	US2405239A US4197591A US3836951A
20世纪60—70年代中期	新技术推动期	速度传感器 水下声学导航 视觉导航	Advanced Scientific Concepts Inc. 洛克韦尔国际公司 美国海军部	US3383678A US4070671A US3942150A
20世纪70年代中后期— 90年代中期	上升期	视觉导航 水下声学导航	美国海军部 洛克韦尔国际公司 西屋电器公司 Advanced Scientific Concepts Inc.	US5047990A US4520445A US4030096A US5446529A
20世纪90年代末— 21世纪初	低谷期	水下声学导航 地球物理导航	西屋电器公司 Advanced Scientific Concepts Inc.	US5357437A US5357437A
21世纪初—至今	高速发展期	水下声学导航 视觉导航 惯性导航	洛克希德马丁公司 雷神公司 霍尼韦尔国际公司	US6212471B1 US6118066A WO2006060609A1



### 3.2 重要国家/地区分布

#### 3.2.1 专利申请的国家和地区分布

根据最早优先权国家/地区统计, 导航技术专利最多的前10位国家/地区依次是: 美国、日本、中国、法国、英国、德国、韩国、俄罗斯、欧专局(EPO)和澳大利亚。

其中, 美日中三国专利受理数量分别占导航技术全球专利总量的42%、19%和19%, 处于大幅领先地位(图2)。

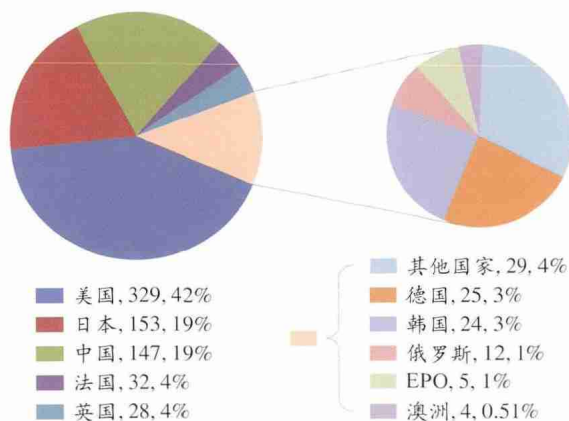


图2 深海潜水器导航技术与系统专利最早优先权国家/地区分布(单位: 项, 占比)

1980年以来, 美国和日本不断涌现新申请, 保持着专利优势。中国从2004年以来开始出现大量申请, 仅在2004至2010年的7年时间内, 就申请了108项, 一跃成为全球第3大深海潜水器导航技术专利大国。

#### 3.2.2 重要国家/地区专利技术分支构成对比

各主要国家/地区的专利申请大都集中在水下声学导航、视觉导航和卫星导航技术分支。其中水下声学导航是各国专利数量最多的导航类技术分支(图3)。具体来看, 美国、中国和日本3个最重要国家的导航类技术分支布局如下:

(1)美国: 水下声学导航技术分支是关注重点(95项), 远远领先于其余技术分支专利申请。此外, 在视觉导航技术分支申请了62项专利, 与其他国家相比有明显专利优势;

(2)中国: 侧重在水下声学导航、卫星导航、组合导航、姿态传感器等技术分支。中国在组合导航技术方面的专利数量大于美国和日本, 具有一定的专利数量优势, 但是在视觉导航技术分支, 专利数量远远少于美国;

(3)日本: 特别关注水下声学导航技术分支(69项),

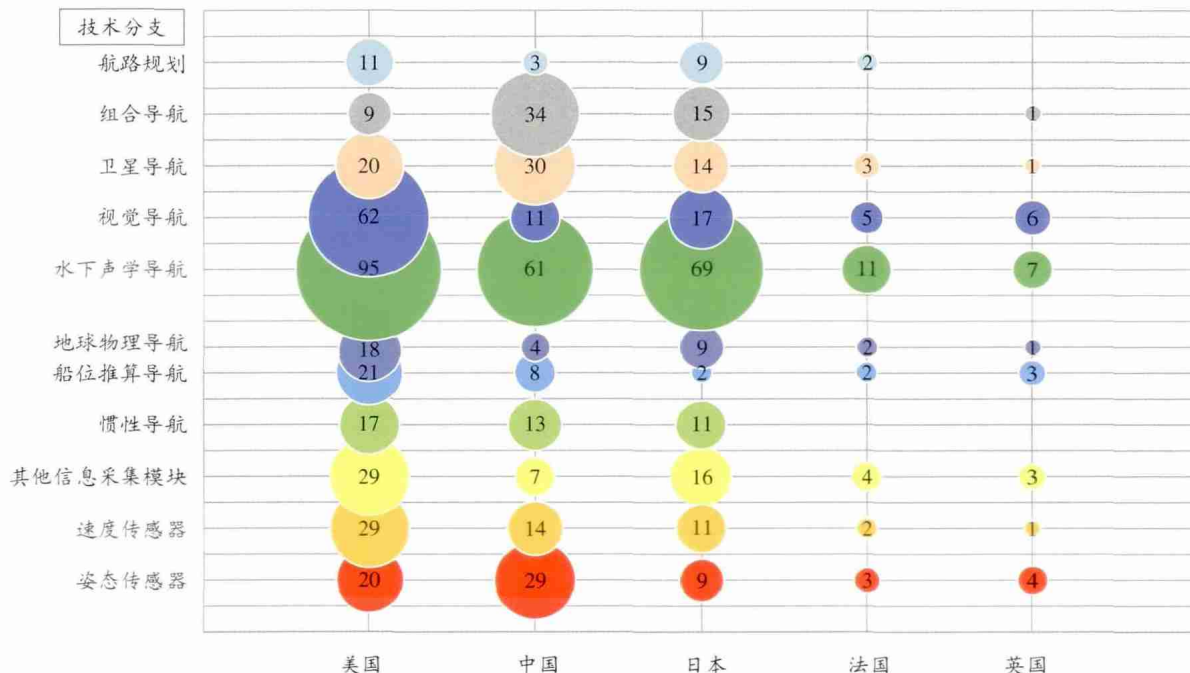


图3 深海潜水器导航技术与系统领先国家专利技术类别构成(单位: 项)

申请量远超其他技术分支。其余分支的专利活动与美、中差距较大，例如姿态传感器，仅有9项申请，远少于美国和中国的相关申请。

3.2.3 当前法律状态

如表2，全球导航技术与系统专利总量中，当前仅有42%处于活跃状态，一个重要原因是深海潜水器技术起源较早，25%以上专利申请日处于1993年之前，大多已接近保护期届满日。

就美、日、中三国对比来看，中国的活跃专利比例最高，美国的活跃专利比例最低；其中美国有一半的专利已处于失效状态。

就专利申请量来看，美国在速度传感器、惯性导航、

船位推算导航、地球物理导航、水下声学导航、视觉导航、航路规划技术分支均具明显优势；中国则在卫星导航、组合导航方法技术分支较具优势。单就活跃专利量比

表2 深海潜水器导航技术与系统全球及主要受理国家专利法律状态<sup>1</sup>

受理国家	受理量(件)	活跃量(件)	失效量(件)	活跃比例
美国	418	211	207	50%
日本	206	138	68	67%
中国	152	120	32	79%
全球	2 089	873	1 216	42%

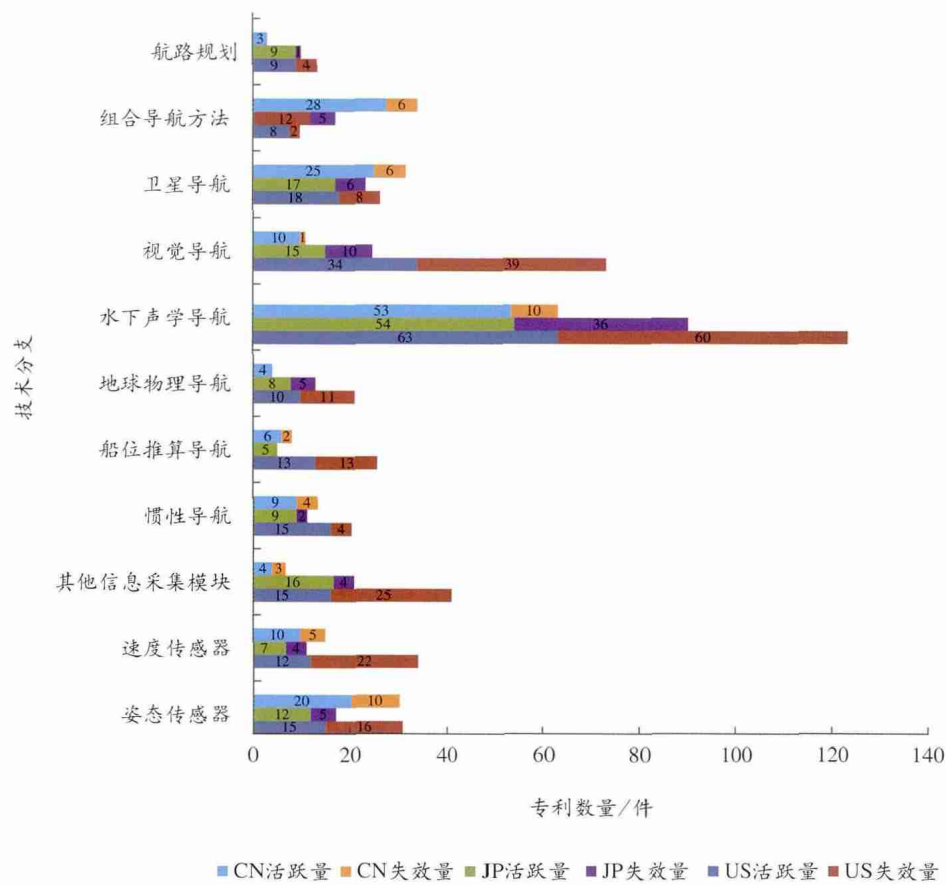


图4 深海潜水器导航技术与系统主要国家各技术分支专利法律状态

<sup>1</sup> 专利法律状态数据来源于Innography数据库，其中活跃量为截至检索日尚处于活跃状态的专利和专利申请，包括有效专利和在审专利申请；失效量为截至检索日专利申请未获得批准或虽获批准但已经失去专利权不再受法律保护的专利，包括驳回、到期、撤回、未缴、放弃、被宣告无效。以下同。



较, 由于美国总体失效比例较高, 美、日、中的差距明显缩小(尤其在速度传感器、船位推算导航、地球物理导航、水下声学导航、视觉导航等技术分支)。详见图4。

### 3.3 主要申请人专利活动特点

水下导航系统专利申请量前10位申请人中, 美国占据4席, 中国占据2席, 日本2席, 德国1席(阿特拉斯电子公司), 法国1席(法国汤姆逊公司)。前10位申请人中包括7家企业、1家政府部门(美国海军部)、1所科研机构(中国科学院)和1所大学(哈尔滨工程大学)。美国海军部具有明显的数量优势。哈尔滨工业大学、三菱重工业有限公司、NEC公司申请量相当。

基于相对研发力值<sup>2</sup>排序后, 美国海军部仍以明显优势位居第一, 西屋电器公司、洛克希德马丁公司、霍尼韦尔国际公司、法国汤姆逊公司位次趋向领先。哈尔滨工程大学处于较后的位次。

10位领先专利权人中, 近5年专利活跃度最高的依次是: 哈尔滨工程大学(85.7%), 中国科学院(62.5%), 洛克希德马丁公司(61.5%), 霍尼韦尔国际公司(53.3%), 阿特拉斯电子公司(52.4%)。

10家机构的专利布局重点各有不同。除霍尼韦尔国际公司外, 其余9家领先机构都视水下声学导航技术为专利布局首要重点。美国海军部、西屋电器公司、三菱重工业有限公司和法国汤姆逊公司关注视觉导航、速度传感器。NEC公司关注组合导航方法。哈尔滨工程大学关注姿态传感器、组合导航方法。阿特拉斯电子公司关注速度传感器, 船位推算导航、视觉导航。霍尼韦尔关注惯性导航、视觉导航。中国科学院, 关注卫星导航(详见表3)。

表3中, 箭头代表该权利人的相对研发力位次对比申请量位次的变化情况; 技术流向指该权利人拥有专利

表3 深海潜水器导航技术与系统主要专利申请人技术特长和技术流向

相对研发力位次	申请量位次	权利人	申请量	被引频次	他引频次	技术流向	主要技术特长
1	1	美国海军部	95	743	357	US[91%] EP[3%] AU[2%] WO[2%]	水下声学导航 视觉导航 速度传感器
2 ↑	5	西屋电器公司	26	234	106	US[65%] FR[15%] GB[7.5%]	水下声学导航 速度传感器 视觉导航
3	3	三菱重工业有限公司	34	56	22	JP[100%]	水下声学导航 视觉导航 速度传感器
4	4	NEC公司	33	48	16	JP[82.5%] US[7.5%]	水下声学导航 组合导航方法
5 ↑	9	洛克希德马丁公司	13	24	12	US[76%] WO[24%]	水下声学导航 视觉导航

<sup>2</sup> 相对研发能力值 = 专利件数 × 1 + 被他人引证次数 × 1.4 + 自我引证次数 × 1.2。



续表

相对研发力位次	申请量位次	权利人	申请量	被引频次	他引频次	技术流向	主要技术特长
6 ↑	8	霍尼韦尔国际公司	15	24	6	US[45.5%] EP[24.2%] AU[9.1%]	水下声学导航 姿态传感器 组合导航方法 船位推算导航 卫星导航
7 ↓	2	哈尔滨工程大学	35	5	0	CN[100%]	水下声学导航 视觉导航 速度传感器
8 ↑	10	法国汤姆逊公司	13	9	9	FR[32.5%] EP[15.0%] WO[15.0] US[12.5%] DE[10.0%]	惯性导航 视觉导航 姿态传感器
9 ↓	6	阿特拉斯电子公司	21	0	0	DE[16.8%] EP[16.8%] WO[12.6] US[9.2%]	水下声学导航 速度传感器 船位推算导航 视觉导航
10 ↓	7	中国科学院	16	3	3	CN[100%]	水下声学导航 卫星导航

技术的申请地分布，反映出各自所重视的技术市场和技术输出重要地。

3.4 专利技术发展动向

3.4.1 专利技术构成

结合文献调研、专家咨询，本文将深海潜水器导航技术与系统分解为信息采集模块、导航方法、航路规划3个技术方向，各技术方向又包括若干技术分支(表4)。通过对检索命中结果的人工判读，本研究对788项相关专利基于技术内容进行了分类标引，在此基础上进一步

分析考察了各技术方向的专利发展动向<sup>3</sup>。

如图5所示，导航系统技术构成中，导航方法类专利数量最多(69%)，其中专利数量最多的技术分支依次是水下声学导航(31%)、视觉导航(13%)和卫星导航(9%)。信息采集模块技术中的姿态传感器(8%)和速度传感器(7%)比重相当，航路规划类专利数量最少(4%)。

各技术分支专利申请量总体上基本保持增长趋势，尤其是近5年增长较为明显。水下声学导航技术一直是发展重头，组合导航方法、视觉导航、卫星导航近年发展较快(图6)。

<sup>3</sup> 在专利技术方案中，为解决技术问题可能采用了多种技术手段共同构成体现其创造性的必要技术特征，因此，一项专利技术方案可能会对涉及到多项技术分支，故而本研究的分类标引采取复分方式。因此，3类技术所含专利的数量合计有可能超过检索结果总量。



表4 深海潜水器导航技术与系统技术分解表

一级分类	二级分类	三级分类
信息采集模块	姿态传感器	磁罗经
		电罗经
		光陀螺仪
		超导陀螺仪
		微机械陀螺仪
	速度传感器	声多普勒测速仪
		声相关测速仪
		水压式测速仪
		电磁式测速仪
	其他	深度计
		高度计
		加速度计
导航方法	惯性导航	惯性导航系统
		解析式惯性导航系统
		半解析式惯性导航系统
	船位推算导航	
	地球物理导航	海底地形导航
		海洋重力辅助导航
		地磁导航
	水下声学导航	长基线
		短基线
		超短基线
		组合定位
		激光声遥感技术
	视觉导航	声视觉
		光视觉
	卫星导航	GPS
		GLONASS
		GAKLILEO
		北斗
	组合导航方法	
航路规划		

### 3.4.2 专利热点与空白点

现有专利涉及最多的技术方案是水下声学导航技术。另外,视觉导航、卫星导航以及组合导航方法也是受关注的技术方案。

目前各技术方案最关注的首要问题是提高导航精度,如何解决该问题是当前专利活动的热点。提高隐身性、实现远距离长时间导航、降低能耗等问题,在目前受关注较少,可能存在专利布局空间(图7)。

表5总结了各技术分支的当前基本技术及其优劣<sup>[7]</sup>,目前的主要专利申请人及重要相关专利。

## 3.5 中国与全球专利申请活动差异

### 3.5.1 专利申请重点的差异

水下声学导航技术分支在深海潜水器技术中具有举足轻重的地位,无论是全球范围还是在华范围的专利活动中,长期受到重点关注,近5年仍保持重要地位(表6)。此外,卫星导航技术分支是全球近期专利活动重点,而在华申请活动则更强调组合导航方法。

### 3.5.2 尚未进入中国的国外专利

表7统计了各技术分支申请量居首的申请人。除NEC公司有少量专利进入中国,其他申请人持有的专利技术全部未曾进入中国市场。一方面,可以在国内合理利用尚未进入中国的国外专利技术;另一方面,应加紧专利申请步伐,及时布局国内市场。

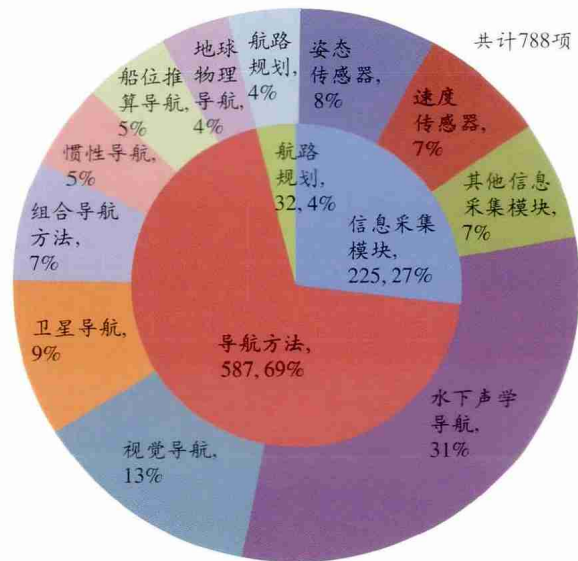


图5 深海潜水器导航技术与系统专利技术构成

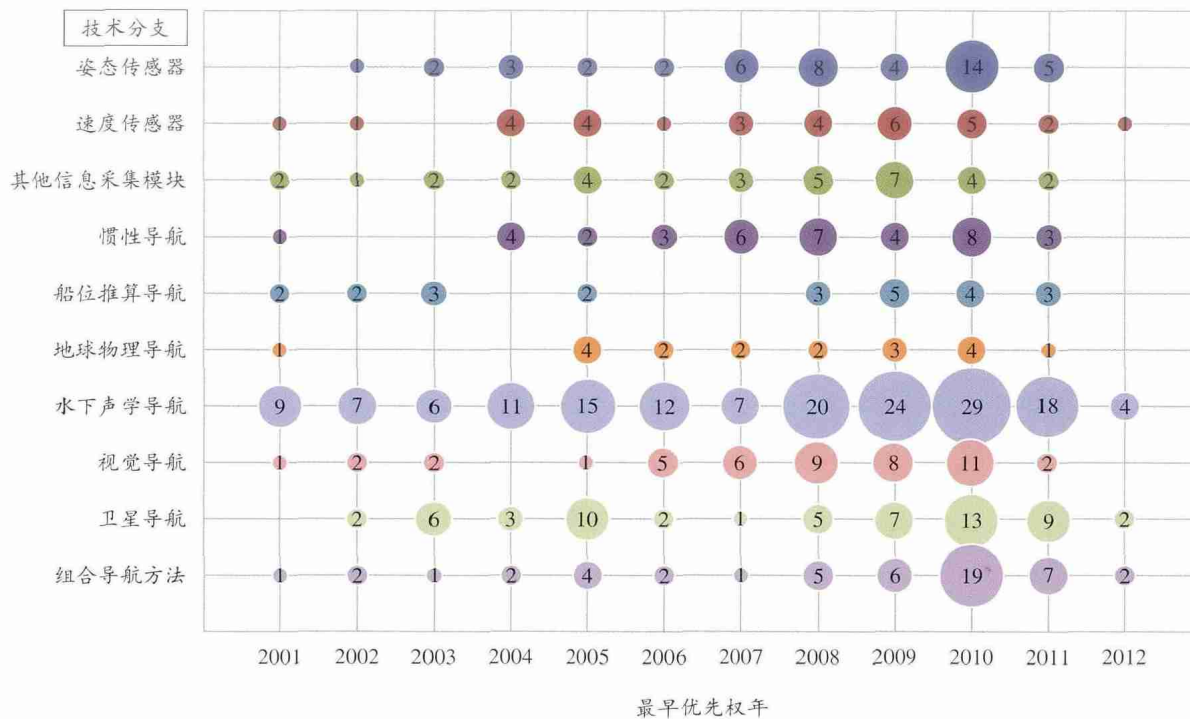


图6 2001—2012深海潜水器导航技术与系统专利时序分布(单位: 项)

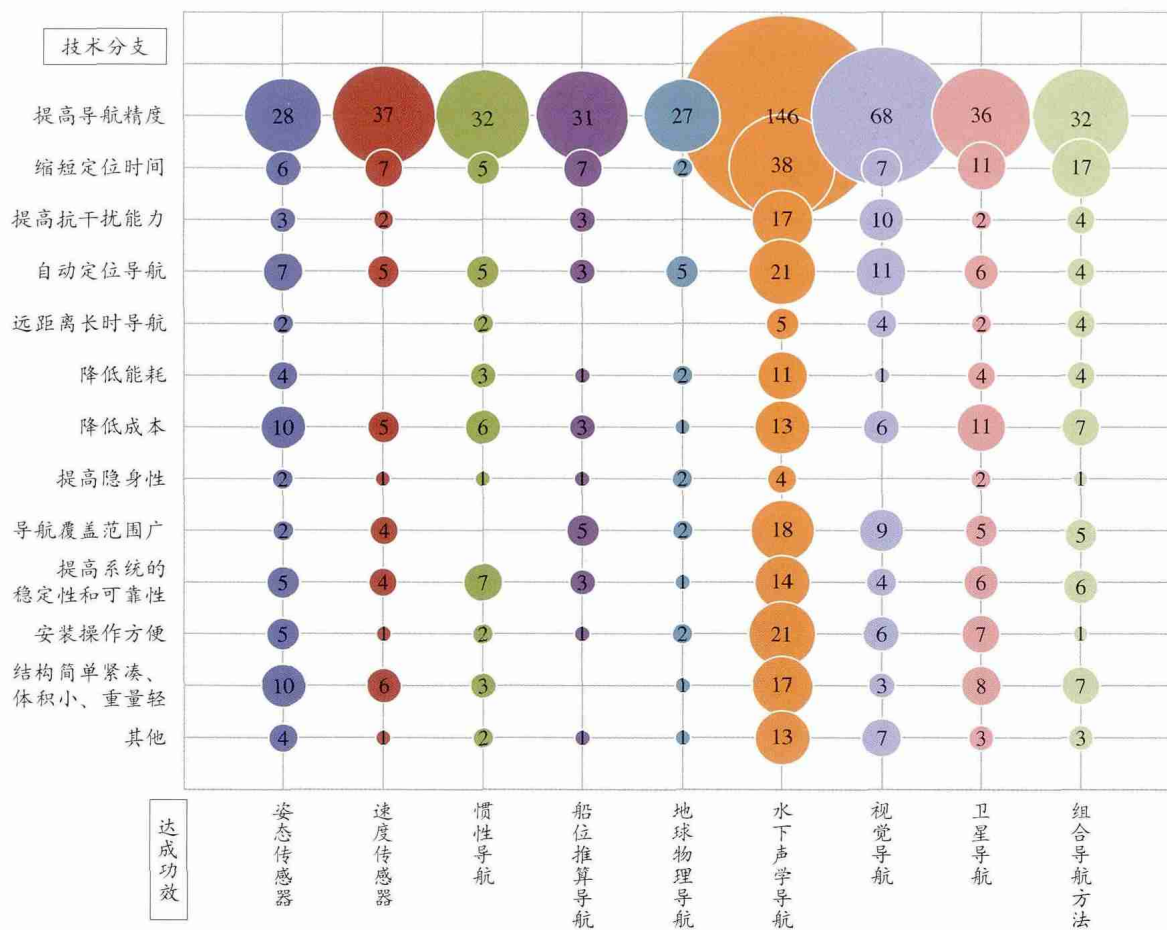


图7 深海潜水器导航技术与系统专利技术/功效矩阵





表5 深海潜水器水下导航方法及其优劣统计

方法	基本技术	优势	劣势	主要专利申请人	相关专利
水下声学导航	组合定位	实现长短基线定位的优势互补	定位范围极其有限, 且与海底环境有较大关系	美国海军部; NEC公司; 哈尔滨工程大学; 西屋电气公司	US5331602A US5047990A US4229809A
视觉导航	声视觉	探测距离远	图像声纳受噪声影响较大	美国海军部; 三菱重工业有限公司; 通用电气公司; 西屋电气公司	US5446529A US4948258A US6453223B1
卫星导航	GPS	全球24小时精确定位, 无累积误差, 使用方便	自主性差, 易受干扰, 需浮出水面定位, 隐蔽性差	哈尔滨工程大学; 美国海军部; 南京理工大学	US5119341A US5995882A US5231609A US6941226B2
姿态传感器	陀螺罗经(电罗经)	精度高, 不受磁场影响, 误差在所有航向相同	体积较大, 达到稳定状态时间长, 使用不方便	哈尔滨工程大学; 南京理工大学; 美蓓亚集团	US2995318A US5708626A US5550758A
组合导航方法	船位推算, 捷联惯性导航系统和多普勒声纳、水声定位的组合	提高导航精度、可靠性和容错性, 降低成本和技术难度	——	哈尔滨工程大学; 南京理工大学; 浙江大学	US3328795A US6941226B2 JP8249060A
速度传感器	声多普勒测速仪	范围广, 精度高, 可测相对于海底的绝对速度	面临复杂的声速补偿问题	美国海军部; 哈尔滨工程大学; 西屋电气公司	US3383678A US3359537A US4400803A
惯性导航	惯性导航系统	存在随时间累积的误差	自主性和隐蔽性差	霍尼韦尔国际公司; 石川岛播磨重工业株式会社	US4315326A US3565386A US7003399B1
船位推算导航	——	经济, 简单, 随时定位, 能给出舰船现在和未来的位置	随时间累积误差, 且易受海流, 朝夕等影响产生误差	哈尔滨工程大学; 美国海军部; 浙江大学	US2405239A US3242487A US2412165A
地球物理导航	地磁导航	简单高效, 性能可靠	暂无	三菱重工业有限公司; 美国海军部	US5357437A US3757287A US4309659A



表6 深海潜水器导航技术与系统全球及在华专利申请重点技术分支对比

地域范围	申请重点	近5年申请重点
全球申请	水下声学导航、视觉导航、卫星导航、姿态传感器、组合导航方法	水下声学导航、卫星导航、组合导航方法、姿态传感器、视觉导航
在华申请	水下声学导航、卫星导航、组合导航方法、姿态传感器、速度传感器	水下声学导航、组合导航方法、姿态传感器

表7 深海潜水器水下导航方法及其优劣统计

申请人	国别	技术分支	全球	主要专利申请人	相关专利
美国海军部	美	水下声学导航	31	31	US5047990A US5675553A US3836951A
		视觉导航	14	14	US3942150A US5231609A US3467773A
		速度传感器	9	9	US4400803A US5381384A USH1409H1
三菱重工业有限公司	日	水下声学导航	12	12	JP10081297A JP58122479A JP57000714A
		视觉导航	7	7	JP60064200A JP2003294841A
NEC公司	日	水下声学导航	25	23	JP5223916A JP10177066A JP61181985A
		组合导航方法	5	3	JP5223916A JP61181985A JP1131478A
西屋电器公司	美	水下声学导航	15	15	US5412618A US5295118A US4025919A
阿特拉斯电子公司	德	水下声学导航	7	7	US7800980B2 US7800284B2 US20120103245A1
霍尼韦尔国际公司	美	惯性导航	6	6	US7003399B1 US7979231B2
法国汤姆逊公司	法	水下声学导航	5	5	US4712201A FR2668834A1
洛克希德马丁公司	美	水下声学导航	6	6	US7295492B2 US7495996B2 US7768873B2



## 4 深海潜水器导航技术专利布局战略与对策建议

### 4.1 专利技术布局建议

(1)声学方法是目前潜水器水下导航最常用、最有效的方法之一,专利数量、研发主体已远远超过其他技术分支,并保持较快的增长趋势。美国海军部、西屋电器公司、三菱重工等主要机构都把声学导航方法视为最重要的专利布局方向,尤其对提高导航精度的研究最多,但在解决提高隐身性、远距离长时导航等技术问题方面专利较少,还存在较多研发机会。

目前声学导航专利较多涉及传统的、需要布放声学基阵的短基线、超短基线和长基线等水声定位技术的研发和布局,在不需要布放声学基阵的新型水下定位技术(如激光声遥感技术)方面的专利布局较少,或许是研发机会所在。另外,由于激光声遥感技术定位精度较低,因此将激光声遥感技术与传统的精度相对较高的短基线、超短基线和长基线等水声定位技术联合起来构成新的水下定位技术是今后的一个发展方向<sup>[8]</sup>。

(2)除声学导航方法外,惯性导航、船位推算、及其组合导航也是潜水器中较为有效的导航方法。目前惯性导航、船位推算导航相关专利及研发主体都相对较少,重复研发风险相对较低,建议抓紧布局以占据有利形势,尤其是体积小、价格低,并同时兼顾高精度、高性能的惯性导航传感器在未来一段时间内将是关注的焦点<sup>[9]</sup>。

由于各种导航方法的固有不足,利用多种方式的组合导航方法专利近年来发展较快,尤其在声学和GPS的组合导航、船位推算和GPS的组合导航以及惯性导航和声学的组合导航等方面专利布局较多。一方面,可进一步探寻多种组合导航方式,如海洋地球物理导航与惯导系统的组合等;另一方面,寻找当前布局的薄弱点,比如,在提高隐身性、安装操作方便性、抗干扰能力、实现低能耗、实现远距离长时导航等技术问题方面尚存在较多研发机会。

(3)视觉导航主要是根据图像声纳、水下电视、摄像头等图像传感器的数据处理和分析来实现对目标的跟踪和控制<sup>[10]</sup>。视觉导航自2006年以来发展较快,尤其在美

国已具有显著技术优势,引起美国海军部、三菱重工、洛克希德马丁公司等重要机构的重视,重复研发风险判断为中等。新加坡南洋理工大学(NTU)机械与宇航工程学院的研究人员开发出一种微型传感器,利用水压和计算机视觉技术,为用户提供周围物体的3D图像和绘制环境地图,帮助水下机器人感知周围环境,实现导航。目前这种传感器正应用于新加坡-麻省理工学院科研中心(SMART)开发的自主式潜水器(AUV)<sup>[11]</sup>。国内机构如中国科学院、哈尔滨工程大学等有关视觉导航的相关专利较少,建议研究当前布局,针对薄弱点加强专利布局,比如对解决低功耗、结构简单化、提高系统的稳定性和可靠性、实现远距离长时导航等技术问题,现有专利不多,或许存在较多机会。

(4)地球物理导航每年申请数量较少,尚未引起申请人的重视,重复研发风险相对较低。国内机构仅东北林业大学、华中科技大学、西北工业大学、北京国浩传感器技术研究院有相关专利产出,或许是研发机会所在。另外,由于地球物理导航的误差不随航行时间或航行距离的增加而积累或发展,具有精度高、不受时间限制、无需升出水面、隐蔽性强、完全自主等优点,是潜水器较理想的辅助导航手段<sup>[12]</sup>。可考虑是否加强该技术分支的研发投入。尤其是海洋重力辅助导航,目前专利产出极少,或可考虑抢占相关专利布局先机。

### 4.2 拓展多种形式的合作研发模式

深海潜水器的研发涉及系统设计、结构设计、操纵性、控制、导航定位等多个方面,因此通过合作研发进行资源的优势互补显得非常重要。当前国外机构的专利合作研发平均比例明显高于国内机构,尤其是日本企业已建立起与政产学研之间的合作关系网,充分利用各机构的优势资源。国内研发机构的合作数量少,限于产学研合作模式,且地缘合作较为明显,合作网络 and 对象都较单一。事实上,国内的深潜器研发现已形成了以中科院沈阳自动化所、702所、哈尔滨工程大学、上海交通大学、华中理工大学及武昌造船厂等二所三校一厂为主的科研格局,可加强这些机构之间的合作,发挥各自的技术优势,积极探索多样化的合作对象和合作方式,同时注意回避产学研合作风险,努力促使合作效益最大化。



### 4.3 充分利用失效和未进入中国的专利

由于深海潜水器技术起源较早,目前较多专利已处于失效状态,尤其美国有近一半专利失效。仅水下导航技术,全球已有一千多件失效专利,占专利总量的60%左右。美国海军部是深海潜水器领域研发实力最强的机构,在水下导航、操作与控制技术方向的失效专利较多,尤其是声学导航和视觉导航技术,国内机构可参考这些失效专利,挑选其中高质量的专利技术进行合理的

二次开发,如关于声学导航技术的US5331602A,关于船位推算导航的US6450112B1、US5828571A等。合理开发可避免不必要的重复工作和资源浪费,缩短技术研发周期,同时构建自身知识产权保护体系。

### 致谢

感谢中国科学院沈阳自动化研究所孙海涛博士,机器人学国家重点实验研究室、“蛟龙”号潜航员刘开周博士,沈阳自动化所知识产权专员苏琳等为本文提供的帮助。

### 参考文献

- [1]冯正平. 国外自治水下机器人发展现状综述. 鱼雷技术, 2005, 13(1): 5-9.
- [2]孙玉山, 万磊, 庞永杰. 潜水器导航技术研究现状与展望. 机器人技术与应用, 2010, 01: 31-42.
- [3]武凤德编译. 积极开展AUV导航技术研究. 舰船导航, 2004, 46(6): 29-40.
- [4]喻敏. 长程超短基线定位系统研制. 哈尔滨工程大学博士学位论文. 2006.
- [5]Tatsuro Akiba YK. Design and testing of an underwater microscope and image processing system for the study of zooplankton distribution. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 2000, 25(1): 97-104.
- [6]Li L, Wan L. Applied navigation system of “SY-1” Small AUV. Proceedings of 13th International Symposium on Unmanned Untethered Submersible Technology, New Hampshire USA, August 24-27, 2003.
- [7]张铁栋. 潜水器设计原理. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2010.
- [8]孙树民, 李悦. 浅谈水下定位技术的发展. 广东造船, 2006, 4: 19-24.
- [9]张炎华, 王立端, 战兴群, 翟传润. 惯性导航技术的新进展及发展趋势. 中国造船, 2008, 49(10): 134-144.
- [10]孙玉山, 万磊, 庞永杰. 潜水器导航技术研究现状与展望. 2010, 1: 31-42.
- [11] Micro Sensors Help Underwater Robots Swim Like Fish. <http://www.sciencedaily.com/releases/2012/12/121212092635.htm>. [2012-12-31].
- [12]孙玉山, 万磊, 庞永杰. 潜水器导航技术研究现状与展望. 2010, 1: 31-42.

## Patents Analysis on Navigation Technology for Bathyscaphe

Zhang Xian\*, Zhu Yuexian, Xu Haiyun, Gao Lidan, Liang Tian, Fu Xinjin, Fang Shu

Chengdu Library, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China

\*Corresponding author, E-mail: zhangx@clas.ac.cn

**[Abstract]** Patent landscape on the navigation technology for bathyscaphe is investigated. Combining the quantitative analysis, qualitative research and expert advice, the article strives to render the current patenting activity characteristics; from multiple perspectives including the overall trend, geographical distribution, key assignees, the main technical branches and the technology-function features. And based on all the analyses, the article finally reveals current patenting characteristics comprehensively, in particular, compares the differences of patent filing between China and the global scope, and provides suggestion on the patenting priorities and potential risks.

**[Keywords]** bathyscaphe, autonomous/unmanned underwater vehicle, AUV/UUV, deep-sea submersible, navigation, patent